

*В.І. Луц, канд. техн. наук
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ПРОЕКТ МЕТОДИКИ ВИБОРУ ЗАХИСНИХ ДИХАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПІД ЧАС АВАРІЙ НА АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ

Розглянуто проект методики вибору захисних дихальних апаратів на основі проектного підходу порівняльних характеристик та виду навантажень під час проведення аварійно-рятувальних робіт на об'єктах атомної енергетики України. Проведено експериментальні дослідження з визначення витрати повітря та часу на відмітці 48 м рівня реактора АЕС для ланки ГДЗС.

Ключові слова: захисні дихальні апарати, ядерний реактор, атомна станція, повітря, проект методики

Вступ. Атомна енергетика стала окремою галуззю енергетики після Другої світової війни. Сьогодні вона відіграє важливу роль в електроенергетиці України. Це зумовлено тим, що Україна належить до держав, недостатньо забезпечених власним енергоресурсом враховуючи необхідність повного забезпечення населення дешевою електроенергією без шкоди людям, навколишньому середовищу та довкіллю. В той же час АЕС України потребують надійного захисту та проектно-орієнтованого управління. Для прикладу згадаємо болючу трагедію яка сталась в ніч на 26 квітня 1986р. на четвертому енергоблоці Чорнобильської АЕС, сталася найбільша в історії атомної енергетики катастрофа, її наслідки залишились до сьогодні. Радіоактивні елементи йоду, стронцію і цезію поширились на північну частину України та Білорусії. Чорнобильська катастрофа спричинила великі людські жертви і Чорнобиль став символом атомної небезпеки у світовому масштабі. Аварії на АЕС трапляються і зараз.

Світовий досвід показує, що час ліквідації пожеж на АЕС є досить тривалим, гасіння здійснюється у дуже важких умовах та із використанням засобів індивідуального захисту органів дихання і зору. Як зазначається у «Настанові з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України» (пункт 8) виходячи з місцевих особливостей гарнізону за наявності об'єктів атомної енергетики, тип апаратів з терміном захисної дії визначається начальником гарнізону [1] .

Постановка задачі та шляхи її вирішення. Отже, на сьогодні є актуальною проблема відсутності методики вибору захисних дихальних апаратів (далі ЗДА) з відповідним терміном захисної дії для особового складу підрозділів ДСНС України на об'єктах АЕС України для проведення аварійно-рятувальних робіт у непридатному для дихання середовищі та проектного підходу для умов їх ефективного використання.

Для обґрунтування розробки методики необхідно вирішити такі задачі:

- 1) експериментально визначити:
 - а) час, який потрібен ланці газодимозахисної служби для ліквідації НС в головному корпусі АЕС;
 - б) витрати повітря, яке затрачають газодимозахисники ланки для ліквідації НС;
- 2) на основі результатів експериментів обґрунтувати умови застосування на практиці цієї методики.

Виклад основного матеріалу. На сьогодні в підрозділах ДСНС України з охорони АЕС знаходяться апарати на стисненому повітрі як вітчизняного (АВИМ), так і закордонного виробництва ("AUER" та "Dreger"). Для того щоб вибрати ЗДА для газодимозахисників ланки під час ліквідації НС на АЕС необхідно визначити найбільш складну в конструктивному плані будівлю на станції де при веденні оперативних дій буде затрачено найбільше часу для прямування до місця НС, проведення дій на місці НС та повернення назад на свіже повітря та встановити необхідний запас повітря, який би забезпечив виконання поставленої задачі.

Якщо розглядати виробничі будівлі АЕС, то в конструктивному плані найскладнішими є будівлі головного корпусу (енергоблок) де основну небезпеку становлять: реакторне відділення, машинний зал та кабельні тунелі і тому, безумовно, найскладнішою буде ситуація при ліквідації НС в головному корпусі АЕС, оскільки для гасіння кабельних тунелів не має 100-відсоткової потреби залучати особовий склад ГДЗС в засобах індивідуального захисту органів дихання та зору, а можна застосувати наприклад стаціонарні установки пожежогасіння [2].

Тому, якщо розглянути загальний вигляд головного корпусу з реактором в розрізі (рис. 1.1), можна зробити висновок, що ланці ГДЗС в разі НС потрібно буде подолати шлях від місця включення в апарати на свіжому повітрі сходовими маршами догори до відмітки 48 м та по горизонталі до середини приміщення 33 м. Оскільки сходові клітки розташовані по периметру будівлі гермооболонки реактора то є змога дійти до місця НС із необхідної сторони та назад. Визначивши місце куди потрібно піднятися ланці ГДЗС для ліквідації пожежі, аварії (max 48 м), підйом на цю висоту відбуватиметься сходовими маршами, які за протяжністю дорівнюють 16-поверховому будинку, підйом відбуватиметься із запасом рукавів та в апаратах на стисненому повітрі, що вважається важкими умовами праці для проведення аварійно – рятувальних робіт. Тому необхідно використати методи проектного управління та експериментально дослідити потрібний час для ліквідації аварій різного ступеня важкості на об'єктах АЕС, на підставі якого визначити необхідний запас повітря для газодимозахисника ланки ГДЗС.

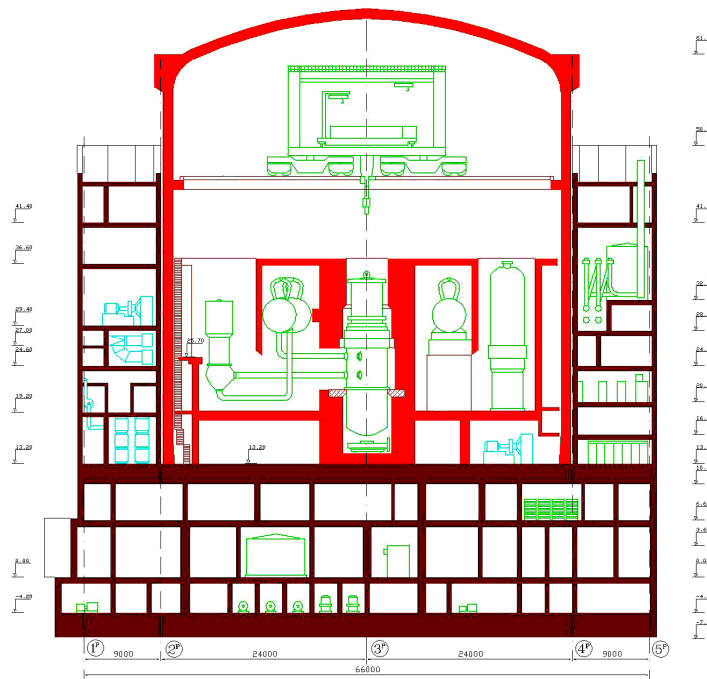


Рис. 1.1. Розріз головного корпусу з реактором типу ВВЕР-1000

Експериментальні дослідження проводилось у два етапи. Для їх проведення було створено три ланки курсантів де кожна з яких була підібрана згідно з «рекомендаціями по підбору особового складу» з однаковими антропологічними даними (зріст, вага та фізичний розвиток). Ланки були оснащені необхідним спорядженням, згідно з наказом [1]: захисним одягом, апаратами на стисненому повітрі фірми “Dreger” серії РА-92, зв’язкою, рукавною лінією, стволем першої допомоги (стволом «Б»), ломом легким, груповим ліхтарем та засобом зв’язку – переносною радіостанцією.

Перший етап експериментального дослідження було проведено у 16-поверховому житловому будинку. Експеримент проводився у першій половині дня, а саме: 19.05.2012 р. по вул. Масарика № 6 у м. Львові, об 11 год 15 хв протягом 2-х год. Експеримент проводився

в не задимленому приміщенні з нормальною видимістю (більше 12 м) та без зовнішнього впливу високих температур на організм людини, що значно збільшує витрату повітря та зменшує швидкість руху ланки ГДЗС. Перша ланка ГДЗС підіймалась на висоту 48 м за 7,55 хв, а спуск відбувся за 5,57 хв, друга ланка ГДЗС підіймалась за 7,50 хв, спуск відбувся за 6,0 хв і третя ланка ГДЗС підіймалась за 7,52 хв спуск відбувся за 5,51 хв. Отже такий підйом сходовими маршами на висоту 48 м експериментально проведений кожною ланкою ГДЗС (рис. 1.2). Отже середнє значення часу підйому ланкою ГДЗС сходовими маршами до відмітки 48 м – 7,53 хв; час спуску – 5,56 хв.



Рис. 1.2. Підйом та спуск сходовими маршами ланки ГДЗС

Другий етап – експеримент з трьома ланками ГДЗС на горизонтальній поверхні протяжністю 66 м, (рис. 1.3). Знаємо, що ланка ГДЗС долає до реактора та від нього по 33 м. Ланки ГДЗС, які склались з 3-х чоловік, у захисному одязі зі спорядженням подолали цю дистанцію з видимістю більше 12 м в середньому за 1,31 хв. (табл. 1.1)



Рис.1.3. Пересування ланки ГДЗС по горизонтальній поверхні

Таблиця 1.1

Рух ланки ГДЗС по горизонтальній поверхні протяжністю 66 м

Ланки ГДЗС	Ступінь важкості роботи	Час (хв)
перша	середній	1,29
друга	середній	1,32
третя	середній	1,31

Провівши експериментальне дослідження з курсантами в ЗДА на стисненому повітрі, можна приступити до розрахунків часу та витрати повітря, який потрібен ланці ГДЗС для проведення аварійно – рятувальних робіт під час виникнення НС на блоці реактора АЕС.

Розрахунок часу роботи ланки ГДЗС

Для проведення розрахунків, на основі експериментальних досліджень, використовували середньоарифметичні дані для трьох ланок ГДЗС.

Розрахунок часу ланки ГДЗС:

1) Визначаємо за формулою (1) загальний час, який потрібен ланці ГДЗС для ліквідації аварії на блоці реактора (хв):

$$\tau_{\text{заг.}} = \tau_{\text{під.}} + \tau_{\text{сл.г.п.}} + \tau_{\text{роб.}} + \tau_{\text{сп.}} \quad (1)$$

де: $\tau_{\text{заг.}}$ – загальний час який потрібен ланці ГДЗС для ліквідації аварії на блоці реактора, на відмітці 48 м;

$\tau_{\text{під.}}$ – час підйому сходовими маршами ланкою ГДЗС до відмітки 48 м. = 7,53 хв;

$\tau_{\text{сл.г.п.}}$ – час слідування, який потрібен ланці ГДЗС від сходової клітки до місця аварії і повернення назад, що становить загалом 66 м пересування по горизонтальній поверхні = 1,31 хв;

$\tau_{\text{роб.}}$ – час для ліквідації аварії становить 20 ÷ 30 хв беремо середньостатистичне значення = 25 хв;

$\tau_{\text{сп.}}$ – час спуску ланки ГДЗС сходовими маршами = 5,56 хв.

$$\tau_{\text{заг.}} = 7,53 + 1,31 + 25 + 5,56 = 39,40 \approx 40 \text{ хв.}$$

Отже, згідно з розрахунками, час, який потрібен ланці ГДЗС для проведення аварійно – рятувальних робіт та ліквідації аварії на відмітці реактора 48 м, в середньому становить 40 хв з важкими умовами праці.

Але оскільки ланка ГДЗС працює з різними навантаженнями, відповідно й збільшується витрата повітря та зменшується час захисної дії апаратів. Тому за формулою (2) вираховуємо об'єм повітря, який реально витрачається для проведення аварійно – рятувальних робіт ланкою ГДЗС на блоці реактора АЕС.

Розрахунок витрати повітря ланкою ГДЗС:

Як вже відомо, робота ланок ГДЗС відповідно до навантаження поділяється за ступенем важкості на легку, середню, важку та дуже важку роботу і відповідно збільшується витрата повітря (табл. 1.2) [3].

Таблиця 1.2

Залежність витрати повітря від ступеня важкості виконуваної роботи

№ з/п	Вид роботи за ступенем важкості	Споживання кисню, л/хв	Споживання повітря, л/хв	ЧСС, уд/хв
1.	Легка	до 1,0	12,5	85 - 100
2.	Середня	від 1,0 до 1,5	30	101 – 125
3.	Важка	від 1,5 до 2,0	60	126 – 150
4.	Дуже важка	більше 2,0	85	151 - 170

Розглянемо позначення, які будуть використовуватись для проведення розрахунків: ходіння по горизонтальній поверхні із стволем під тиском води 4,0-4,5 кгс/см² – важка робота, споживання повітря 60 л/хв, підйом сходовими маршами – важка робота і споживання повітря 60 л/хв, спуск сходовими маршами – легка робота, споживання повітря 12,5 л/хв, робота ланки ГДЗС в осередку виникнення пожежі – дуже важка робота, споживання повітря 85 л/хв.

$$V_{\text{заг.}} = V_{\text{під.}} + V_{\text{сл.г.п.}} + V_{\text{роб.}} + V_{\text{сп.}} \quad (2)$$

де: $V_{\text{заг.}}$ – загальний об'єм повітря, який потрібен газодимозахиснику для ліквідації НС на відмітці реактора 48 м, л;

$V_{\text{під.}}$ – об’єм повітря який потрібен для підйому газодимозахисника сходовими маршами, л ;

$V_{\text{сл.г.п.}}$ – об’єм повітря, який потрібен газодимозахиснику для слідування горизонтальною поверхнею, л;

$V_{\text{роб.}}$ – об’єм повітря, який потрібен газодимозахиснику для 25 хв роботи, л;

$V_{\text{сп.}}$ – об’єм повітря який потрібен газодимозахиснику для спуску сходовими маршами, л;

$Q_{\text{л}}$ – легенева вентиляція, залежно від ступеня важкості роботи, л/хв.

1. Визначаємо потрібну кількість повітря, яку затрачає газодимозахисник ланки на підйом сходовими маршами на відмітку 48 м блока реактора, що відноситься до роботи важкого ступеня (витрата повітря – 60 л/хв).

$$V_{\text{під.}} = \tau_{\text{під.}} \cdot Q_{\text{л}} = 7,53 \cdot 60 = 451,8 \approx 452 \text{ л}$$

$\tau_{\text{під.}}$ – час підйому сходовими маршами на відмітку 48 м;

$Q_{\text{л}}$ – легенева вентиляція при важкій роботі (витрата повітря – 60 л/хв).

2. Визначаємо потрібну кількість повітря, яку затрачає газодимозахисник ланки на пересування по горизонтальній поверхні зі стволем під тиском води 4,0-4,5 кгс/см².

$$V_{\text{сл.г.п.}} = \tau_{\text{сл.г.п.}} \cdot Q_{\text{л}} = 1,31 \cdot 60 = 78,6 \approx 79 \text{ л}$$

$\tau_{\text{сл.г.п.}}$ – час слідування горизонтальною поверхнею, хв;

$Q_{\text{л}}$ – легенева вентиляція, при важкій роботі (витрата повітря – 60 л/хв).

3. Визначаємо потрібну кількість повітря, яку затрачає газодимозахисник ланки на ліквідацію пожежі, аварії.

$$V_{\text{роб.}} = \tau_{\text{сл.г.п.}} \cdot Q_{\text{л}} = 25 \cdot 85 = 2125 \text{ л}$$

$\tau_{\text{роб.}}$ – час роботи ланки ГДЗС при ліквідації пожежі, аварії, хв;

$Q_{\text{л}}$ – легенева вентиляція, при дуже важкій роботі (витрата повітря – 85 л/хв).

4. Визначаємо потрібну кількість повітря, яку затрачає газодимозахисник ланки на спуск сходовими маршами з висоти 48 м.

$$V_{\text{сп.}} = \tau_{\text{сп.}} \cdot Q_{\text{л}} = 5,56 \cdot 12,5 = 69,5 \text{ л} \approx 70 \text{ л}$$

$\tau_{\text{сп.}}$ – час спуску сходовими маршами з висоти 48 м, хв;

$Q_{\text{л}}$ – легенева вентиляція, при легкій роботі (витрата повітря – 12,5 л/хв).

5. Визначаємо загальний об’єм повітря, який витрачає газодимозахисник ланки ГДЗС на проведення аварійно – рятувальних робіт на відмітці реактора 48 м.

$$V_{\text{заг.}} = 452 + 79 + 2125 + 70 = 2726 \text{ л}$$

Отже ланка ГДЗС при даному експериментальному дослідженні за 40 хв витратила 2726 л повітря.

Висновки. Використавши методи проектного управління та провівши розрахунки щодо часу, та витрати повітря газодимозахисником ланки на проведення аварійно – рятувальних робіт на відмітці 48 м блока реактора, бачимо, що за 40 хв газодимозахисник ланки ГДЗС витрачає близько 2726 л повітря. Відповідно при виборі ЗДА на стисненому повітрі для об’єктів атомної енергетики начальник гарнізону повинен звертати увагу більше на запас повітря а не на термін захисної дії ЗДА. Тому для для об’єктів атомної енергетики, якщо зроблено вибір стосовно апаратів на стисненому повітрі, то це, як правило, повинні бути ЗДА двобалоної конструкції зі середнім запасом стисненого повітря 3600 літрів.

Література:

1. **Наказ МНС України №1342 від 16.12.2011 року.** Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України.
2. **Микеев А. К.** Противопожарная защита АЭС. – М: Энергоатомиздат, 1990.-430с.
3. **Грачев В.А., Поповский Д.В.** Газодымозащитная служба. Пожарная техника. – М.: Пожкнига, 2004. – 384 с.

ПРОЕКТ МЕТОДИКИ ВЫБОРА ЗАЩИТНЫХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ АВАРИЯХ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

Рассмотрен проект методики выбора защитных дыхательных аппаратов на основании проектного подхода сравнительных характеристик и характера нагрузки во время проведения аварийно-спасательных работ на объектах атомной энергетики Украины, проведены эксперименты по установлению затрат воздуха и времени на отметке 48 м уровня реактора АЭС для звена ГДЗС

Ключевые слова: защитные дыхательные аппараты, ядерный реактор, атомная станция, воздух, проект методики

V.I. Lushch

DRAFT METHOD OF PROTECTIVE BREATHING APPARATUS SELECTION FOR FIRES AND ACCIDENTS AT NUCLEAR POWER PLANTS

The article outlines the draft method of protective breathing apparatus selection based on project approach of comparative characteristics and load types during rescue operations at nuclear power plants of Ukraine, an experimental study on the determination of air consumption and time at 48m level of NPP reactor for gas and smoke protective service unit.

Keywords: protective breathing apparatus, nuclear reactor, nuclear power plant, air, draft method.

